

35.G2558

PATENT APPLICATION



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Yuji SUDOH, et al.) : Examiner: Unassigned #
Application No.: 09/532,022) : Group Art Unit: 1756
Filed: March 21, 2000) :
For: EXPOSURE APPARATUS AND A)
DEVICE MANUFACTURING :
METHOD WHICH KEEP)
TEMPERATURE OF A DIAPHRAGM :
OF A PROJECTION OPTICAL) July 18, 2000
SYSTEM SUBSTANTIALLY :
CONSTANT)

The Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese priority application:

No. 11-081400 filed March 25, 1999.

A certified copy of the priority document is
enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in
our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All
correspondence should be directed to our address given below.

Respectfully submitted,


Steven E. Johnson
Attorney for Applicants
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

SEW:ayr

CJ-G255f4r

Appn. No. 09/532,022

日 本 国 特 許 庁 F.I.C. 03-21-2000

F. I. C. SUDOU & et al.

EXPOSURE APPARATUS . . .

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application: 1999年 3月 25日

出願番号

Application Number: 平成11年特許願第081400号

出願人

Applicant(s): キヤノン株式会社



RECEIVED

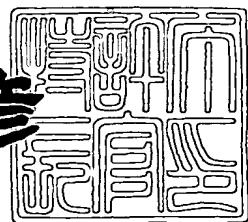
JUL 20 2000

TC 1700 MAIL ROOM

2000年 4月 14日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3027070

【書類名】 特許願
【整理番号】 3726009
【提出日】 平成11年 3月25日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/30
【発明の名称】 露光装置
【請求項の数】 10
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社
内
【氏名】 須藤 裕次
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社
内
【氏名】 鈴木 章義
【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代理人】
【識別番号】 100086287
【弁理士】
【氏名又は名称】 伊東 哲也
【選任した代理人】
【識別番号】 100068995
【弁理士】
【氏名又は名称】 伊東 辰雄
【選任した代理人】
【識別番号】 100103931
【弁理士】

特平11-081400

【氏名又は名称】 関口 鶴彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002048

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1物体の像を投影光学系を介して第2物体に露光転写する露光装置において、該投影光学系の瞳位置に該投影光学系の開口数（N A）を決定する絞りが設けられないとともに、該絞りの温度を一定に保つ機能が備えられていることを特徴とする露光装置。

【請求項2】 該絞りの温度を一定に保つ機能が一定温度の液体を循環することによって行なわれることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】 該液体の温度が前記投影光学系の動作温度と一致することを特徴とする請求項2記載の露光装置。

【請求項4】 該液体を循環させる装置が前記投影光学系の温度を一定に保つ機能と共に用されることを特徴とする請求項3記載の露光装置。

【請求項5】 該絞りの温度を一定に保つ機能がペルチ工素子であることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項6】 該絞りの温度を測定する温度測定装置を有することを特徴とする請求項1ないし5記載の露光装置。

【請求項7】 該絞りの温度測定装置が絞りに対し第2の物体側に取り付けられていることを特徴とする請求項6記載の露光装置。

【請求項8】 該ペルチ工素子が絞りの温度を測定する温度測定装置の出力によって制御されることを特徴とする請求項5記載の露光装置。

【請求項9】 開口数（N A）を決定する絞りが虹彩絞りであることを特徴とする請求項1ないし8記載の露光装置。

【請求項10】 開口数（N A）を決定する絞りがターレットであることを特徴とする請求項1ないし8記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は露光装置の投影光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光リソグラフィによる微細化は、光学系の性能を極限まで使用することにより、ますます適用範囲を伸ばしている。光リソグラフィで使用される露光装置に用いられている投影光学系は短波長化と、高開口数（N A）化という2つの流れに沿って開発が行なわれてきた。光学系の性能の指針には、良く用いられるレーリィの式がある。即ち露光波長を λ としたとき、解像線幅（R P）と、焦点深度（D O F）は

$$R P = k_1 \lambda / N A$$

$$D O F = k_2 \lambda / N A^2$$

で表わされる。

【0003】

レーリィの式から分かるのは解像力をあげるためにN Aを大きくすると、D O Fが小さくなってしまうことである。従って露光装置のN Aは装置の仕様から最大値は決定されてしまうが、実際に使用するときには線幅に最適な露光条件、即ち最適なN Aと照明条件で使用されるのが通常である。このため、露光装置の投影光学系にはN Aの可変機構が組み込まれ、対象となる線幅に従ってN Aの値がセットされる。

【0004】

一方、投影光学系に要求される項目の一つに性能の安定性がある。特に環境に対する安定性、露光とともに投影光学系の硝材の吸収等による熱収差の安定性などがある。

【0005】

従来、熱収差の影響を抑えるには、透過率の良い硝材を使用する、あるいは投影光学系に吸収される熱量に制限を加える等の方法を取ってきた。しかしながら、投影光学系が様々なN Aで使用されるときに最大の発熱源となるのは、投影光学系の瞳部に設けられたN Aの可変機構の絞りの部分であることが本発明者らによって判明した。

【0006】

絞りの部分には、照明光学系からの直接光は到達しない。レチクルがない場合、照明光学系の光が瞳部分で持つ光の広がりの直径を瞳の直径で割った値は通常 σ 値と呼ばれるが、露光装置では σ 値は1以上で使用されない。この場合の投影光学系の瞳の直径は露光で使用されるNA値で決定される値を意味するものとする。

【0007】

しかしながらレチクルが挿入されると事態は全く異なってくる。照明光学系からの直接光はレチクルを透過する光の0次光に相当するが、レチクル透過後の光にはレチクル上のパターンからの散乱光（回折光）が存在し、該散乱光が絞りに照射されるからである。通常、絞りは金属物質等で作られ、露光光に対する吸収が大きいことが通常である。透過率が高くて露光光の吸収が微量である硝材についてすら、吸収する熱が問題となるのであるから、絞りによる吸収はより大きな問題となる。絞りが露光光を吸収して熱せられると、熱せられた絞りは周囲の空気を暖め、間接的に硝材を暖めたり、空気の対流に伴うシュリーレン効果を与え、投影光学系の不安定性を招く。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記のような絞りの温度上昇に伴う投影光学系の不安定性を除去することにより、熱収差を安定に保つ投影光学系を実現し、安定性に優れた露光装置を実現することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは鋭意研究した結果、投影光学系が様々なNAで使用されるときに最大の発熱源となるのは、投影光学系の瞳部に設けられたNAの可変機構の絞りの部分であることを見いだし本発明に到達した。すなわち、本発明は上記のような絞りの温度上昇に伴う投影光学系の不安定性を除去するために、絞りの温度を一定に保つための温度制御手段を投影光学系に設けたことを特徴としている。

【0010】

本発明の好ましい別の実施態様では絞りの温度を測定する手段が設けられ、該

測定手段はレチクルからの散乱光が直接当たらない位置に配置されて、温度を正確に測定して、温度制御手段にフィードバックを行なう。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明の露光装置は、第1物体の像を投影光学系を介して第2物体に露光転写する露光装置において、投影光学系の瞳位置に投影光学系の開口数（N A）を決定する絞りが設けられているとともに、絞りの温度を一定に保つ機能が備えられていることを特徴とする。

【0012】

絞りの温度を一定に保つ機能は、絞りの内部および／または絞りに隣接して液体による温度調節、電子素子による温度調節、気体による温度調節などの強制温度調節装置を設けることで達成される。液体による温度調節は、一定温度の液体を循環することによって行なわれ、電子素子による温度調節はペルチ工素子などで行なわれる。

【0013】

液体による温度調節は、液体の温度が前記投影光学系の動作温度と一致することが好ましい。また、液体を循環させる装置が前記投影光学系の温度を一定に保つ機能と共に用されても良い。

【0014】

本発明の露光装置は、絞りまたは絞り付近に、絞りの温度を測定する温度測定装置を有することができる。この場合、絞りの温度測定装置が絞りに対し第2の物体側に取り付けられていることが好ましい。

【0015】

電子素子による温度調節がペルチ工素子で行なう場合は、ペルチ工素子の制御を絞りの温度を測定する温度測定装置の出力によって制御することができる。

【0016】

本発明の露光装置に用いられる絞りは通常のもので良く、例えば、虹彩絞り、ターレットが用いられる。

【0017】

【実施例】

以下、図を用いて本発明の実施例を説明するが、これらの実施例は本発明を限定するものではない。

【実施例1】

図1は本発明の第1実施例の露光装置を示した図である。本発明の露光装置はステッパーやスキャナー等の名で知られる投影光学系を有するタイプの光学式投影露光装置の全てのものに適用可能であり、投影光学系も屈折型やカタジオプトリック系等のあらゆる方式に適用可能である。ここでは代表例として屈折型の露光装置が例として示してある。また、光源の波長によらず適用することが可能である。

【0018】

図1において、1は転写されるべきパターンの刻まれているレチクル、2は投影光学系、3はウエハ、4はウエハチャック、5はウエハステージ、6は干渉計用のミラー、7は照明系である。8は投影光学系のNA切り換え部分である。図1ではNA切り換え部分が虹彩絞り9であり、絞り径を可変にすることでNAは変更される。

【0019】

NA切り換え部分8において、NA絞りは投影光学系の有効径に対応した形状に開口部が開けられている。投影光学系をどのNA値で用いるかは露光の対象となるパターンによって決定され、露光装置の不図示の制御部よりNA切り換え部に指令が与えられる。NA切り換え部は通常金属でできており、露光光に対する吸収体となっている。レチクル上にパターンがなければ絞り部に光は照射されないが、パターンがあると散乱が生じ、一部の散乱光は絞り部を直撃する。例えば一対一のデューティを持つ繰り返しパターンの場合には0次光と1次光の強度比は1:0.41である。従って斜入射光の1次光がNA絞りに当たるような場合には、かなりの強度の光が絞りに当たることが分かる。

【0020】

一方、高解像を求めて低い k_1 値で用いる場合には、光学系には高度の完全性が要求される。特に温度に対する要求は厳しく1/10°レベルの安定性を要求

される。

【0021】

安定性を損なう最も大きな原因は露光光によって生じるものである。例えば硝材は露光光を吸収することによって、温度上昇を起こし、いわゆる熱収差を発生する。i線の投影光学系を例にとると、色収差の補正のため透過率の若干低いプリント系の硝材を使用する必要がある。現在のi線用硝材のカタログ値では10mm当たりの透過率が99%付近のものまで含まれているが、実際にはもっと透過率の高いものを選択しないと、熱収差で問題が生じる。しかしながらいくら高透過率のものを選択しても、硝材に多かれ少なかれ露光光の吸収が存在することは事実である。熱収差の対応策としては、補正機構を設けたり、投影光学系に入射するエネルギーの上限値を定めるといった手段が行なわれる。該吸収に伴って起こる温度上昇は0.5°Cでも問題が生じる。

【0022】

硝材に対しては、透過率の高い硝種を選択するという自由度があるが、新たに問題となってきたのは、NAの選択によって起こる絞りで吸収される熱の影響である。絞りは通常金属材質でできており、露光光が当たると吸収及び反射が起こる。特に波長が短くなると光はかなりの部分が吸収され、該吸収に伴う温度上昇が大きな問題となる。

【0023】

絞りの温度上昇は吸収が大きい分、硝材より大きく、熱による周囲の空気の温度上昇、あるいは幅射による影響が無視しえない。周囲の空気温度が上昇すれば、過渡現象としてシュリーレン効果で光線が揺らぎ、結像状態が不安定になる。また幅射効果で近くの硝材を温度上昇させたりする。

【0024】

本発明では絞りに温度制御手段を設け、露光光が当たっても絞りの温度が上昇しないようにしたことを特徴としている。

【0025】

図2は、NA切り換え部分8である虹彩絞りの平面図および断面図を示す。図2において、9は虹彩絞りであり、複数の羽根によりNAが調節される。虹彩絞り

9の円形の枠10の内部に温調水を流す液体経路11が設けてある。このように、絞り径の可変機能と温度制御機能とを分離し、両者を接するように配置すれば本発明の目的を達成できる。また、図2では、温調水が入る液体経路と温調水が出て行く液体経路を対向させることによって、温度の均一化と虹彩絞りのひずみの防止が図られている。

【0026】

この例は、絞りの円形の枠10の内部に液体の通過する管を配置したことで、絞りの温度を制御する例である。流す液体の温度は光学系の保ちたい温度と同一になるように制御がなされ、例えば投影光学系を使用する環境が23.0°Cであれば、流す液体の温度も23.0°Cである。

【0027】

本実施例では大気中での露光光学系に適用した場合を示したが、EUVを用いた露光装置にも適用可能である。その場合、真空中での露光となり大気中より自然放熱効果が少ないため本発明はより効果的であるといえる。

【0028】

[実施例2]

上記の実施例1ではNAを虹彩絞りで切り換える例を示したが、図3に示すようにターレットでNA径を可変にする系についても本発明は適用可能である。

図3は本発明の第2実施例の露光装置を示した図であり、図1と同様、代表例として屈折型の露光装置が示してある。図2において、1は転写されるべきパターンの刻まれているレチクル、2は投影光学系、3はウエハ、4はウエハチャック、5はウエハステージ、6は干渉計用のミラー、7は照明系である。8は投影光学系のNA切り換え部分である。NA切り換え部分8はターレット12であり、ターレット12を回転することにより所望の絞り径にすることでNAは変更される。

【0029】

図4は図3で用いたNA切り換え部分であるターレット12の詳細である。図4(a)の例は、温調水を流す配管11を直接絞りに貼りつけた例である。図2(b)は、絞りの内部構造に液体の流通経路11を作り、該経路を通して温度制

御された液体を流す例である。後者の場合には絞りの厚さが厚くなるため、エッジ部がテーパー状の断面を持ち、内部構造による厚さの影響を除いているのが特徴である。この場合、テーパー部の尖っている方がレチクル側に対応している。

実施例1及び2において、流す液体は絞り用に独立に循環系を構成してもよいし、または投影光学系の熱的安定のため、該投影光学系の周囲に巻つけた液冷式温度制御系からの液体を絞りに流用してもよい。

【0030】

[実施例3]

図5の実施例は、絞りの冷却手段としてペルチ工素子を利用したものである。ペルチ工素子13は絞り12のウエハ側に取り付けられており、同様に絞り12の温度測定手段である熱電対14もウエハ側に取り付けられている。熱電対14の起電力は測定器15に導かれ、コントローラ16によりペルチ工素子13を作動させる。

【0031】

絞り12の温度上昇はレチクルの散乱光の量によって定まるため、予め絞りをどのくらい冷却すべきかを決定するのは困難である。図3の液冷の場合には温度上昇には関係なく一定量の温度マスをもったものを流し、温度を一定に保つ思想となっているが、図5の例は温度測定の値にしたがって、ペルチ工素子による冷却量を決定し、温度制御する方式である。温度測定手段自体に露光光が直接照射されると、絞りの温度ではなく、温度測定手段の温度を測ることになってしまう。このため、温度測定手段は絞りのウエハ側に配置される。

【0032】

【デバイス生産方法の実施例】

次に上記説明した露光方法を利用したデバイスの生産方法の実施例を説明する。

図6は微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。ステップ1（回路設計）ではデバイスのパターン設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計したパターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3（ウエハ製造）

ではシリコンやガラス等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0033】

図7は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光方法によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0034】

本実施例の生産方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度のデバイスを低成本に製造することができる。

【0035】

【発明の効果】

以上の説明より明らかなように、本発明の適用により投影光学系のNAを可変にしても結像性能は安定し、光学系の性能を極限まで發揮させることができる。本発明は静的な状態だけでなく、動的な状態においても光学系の性能の保証を可

能とするもので、露光システムの信頼性向上に多大な効果を發揮する。

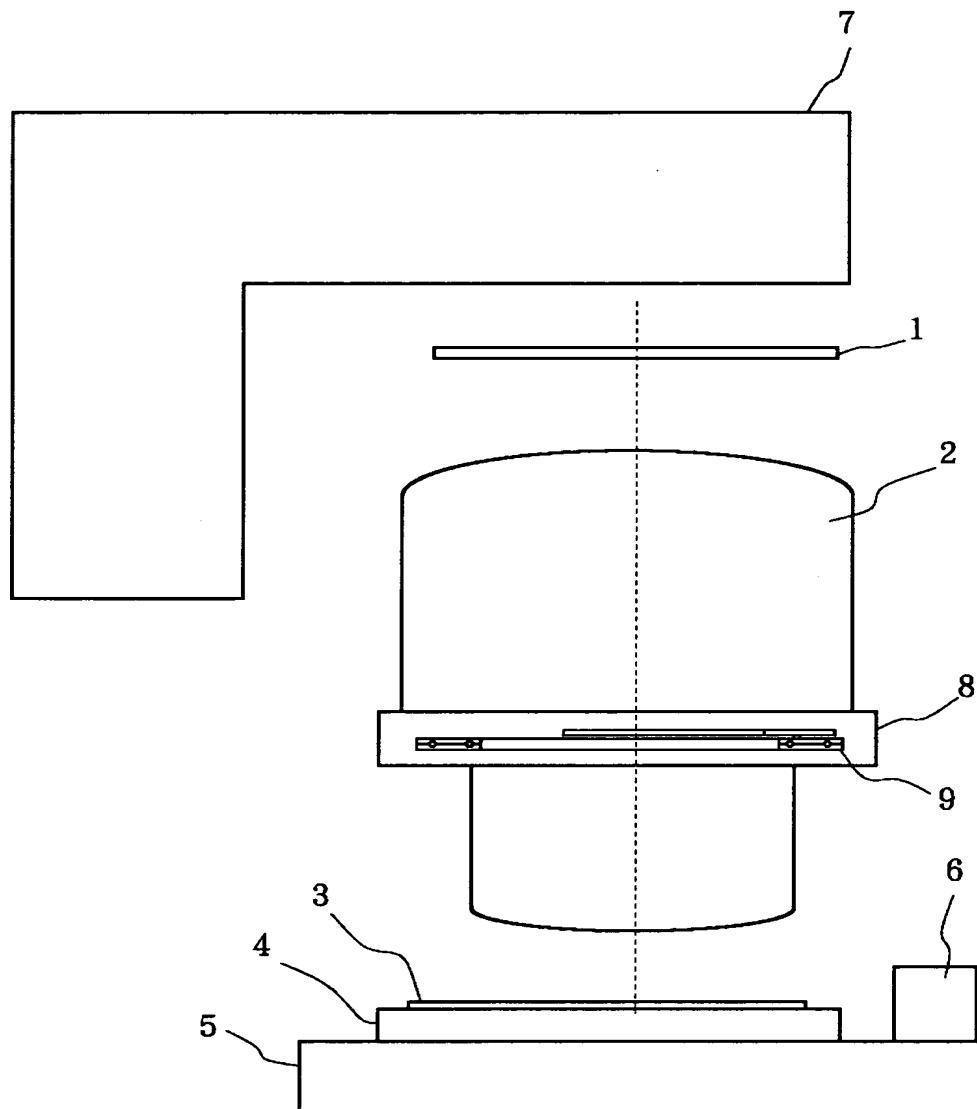
【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の実施例1の露光装置の構成を示す図である。
- 【図2】 本発明の実施例1での絞り部の詳細図である。
- 【図3】 本発明の実施例2の露光装置の構成を示す図である。
- 【図4】 本発明の実施例2での絞り部の詳細図である。
- 【図5】 本発明の実施例3での絞り部および温度制御部の詳細図である。
- 【図6】 微小デバイスの製造の流れを示す図である。
- 【図7】 図6におけるウエハプロセスの詳細な流れを示す図である。

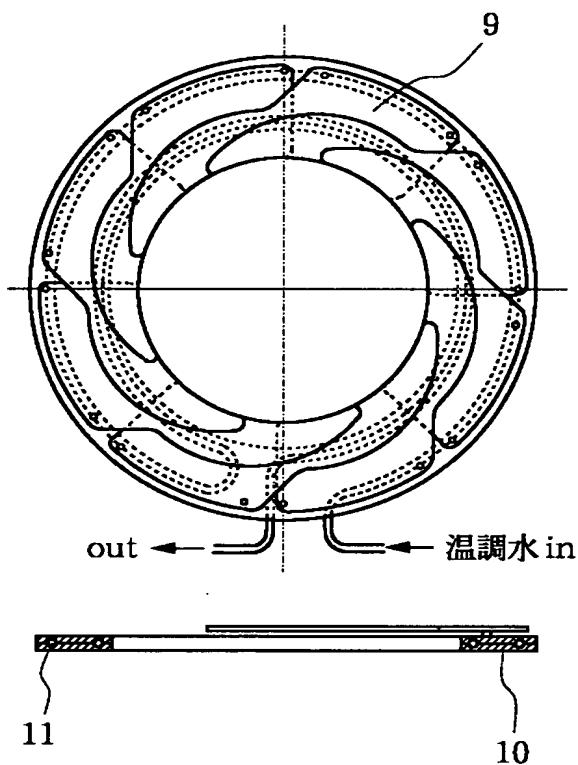
【符号の説明】 1：レチクル、2：投影光学系、3：ウエハ、4：ウエハチャック、5：ウエハステージ、6：干渉計用のミラー、7：照明系、8：NA切り換え部分、9：虹彩絞り、10：虹彩絞りの枠、11：液体経路、12：ターレット、13：ペルチ工素子、14：熱電対、15：測定器、16：コントローラ。

【書類名】 図面

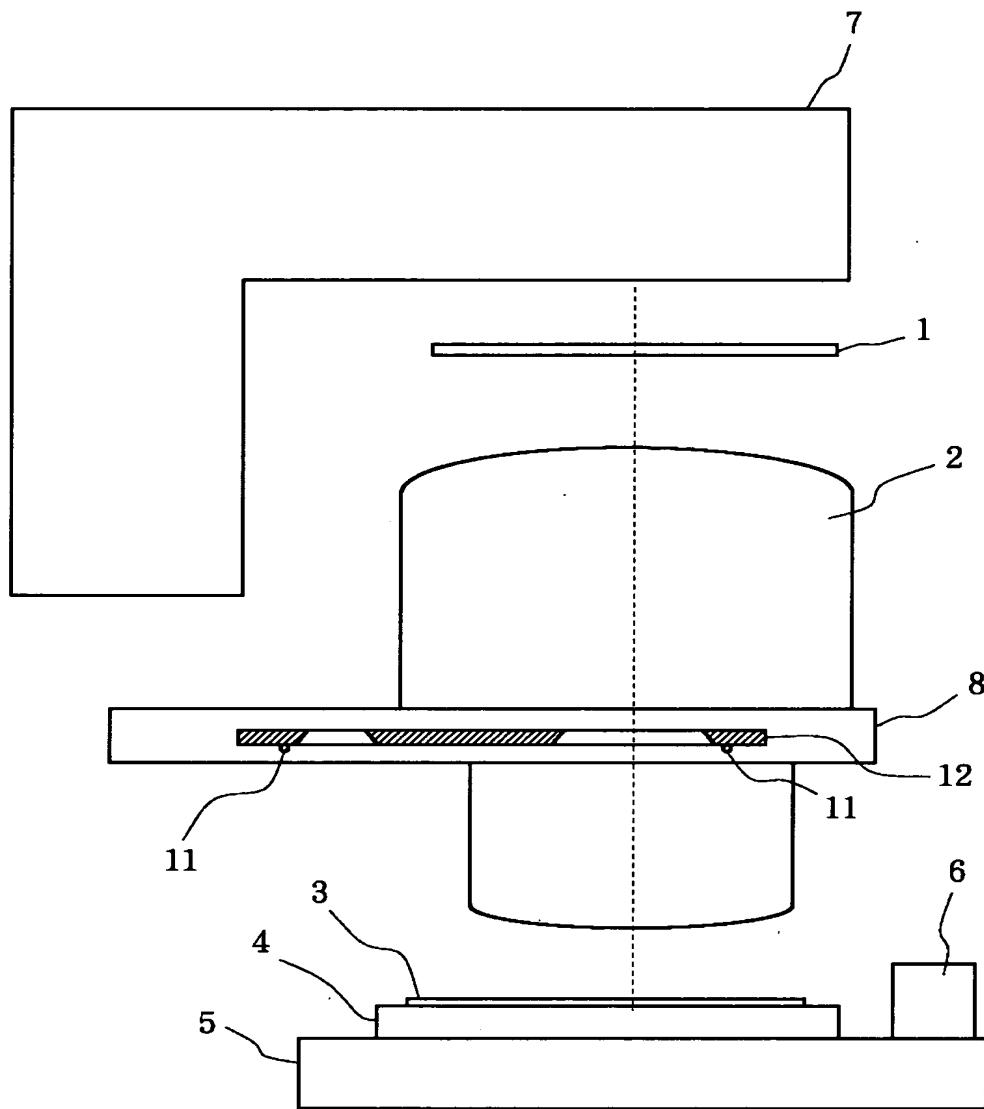
【図1】



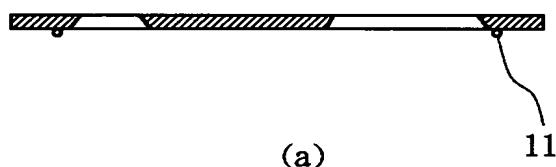
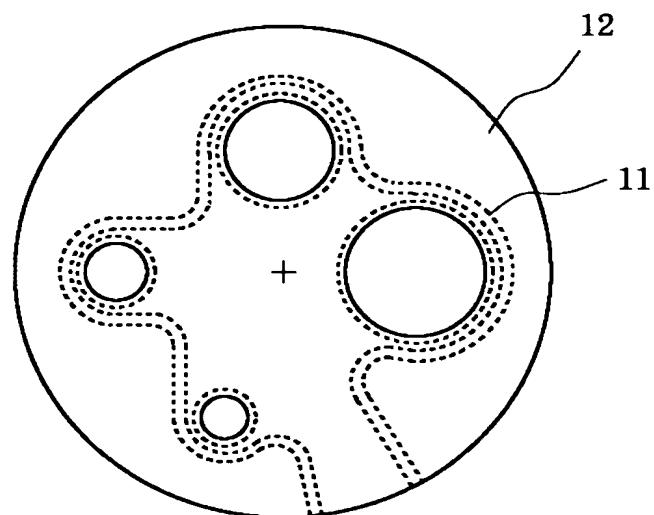
【図2】



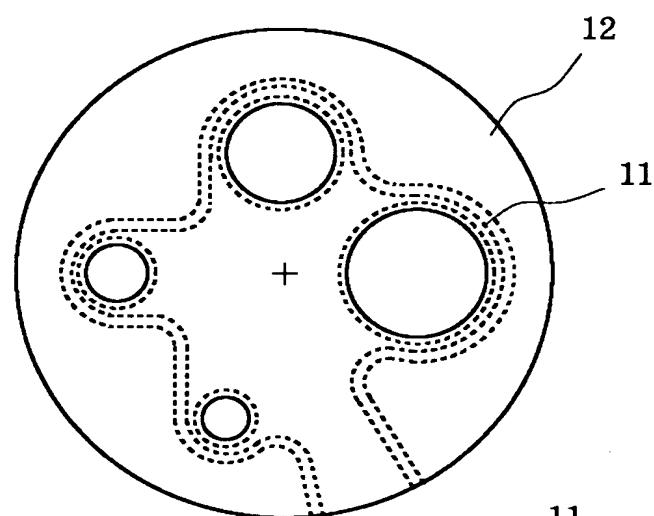
【図3】



【図4】



(a)

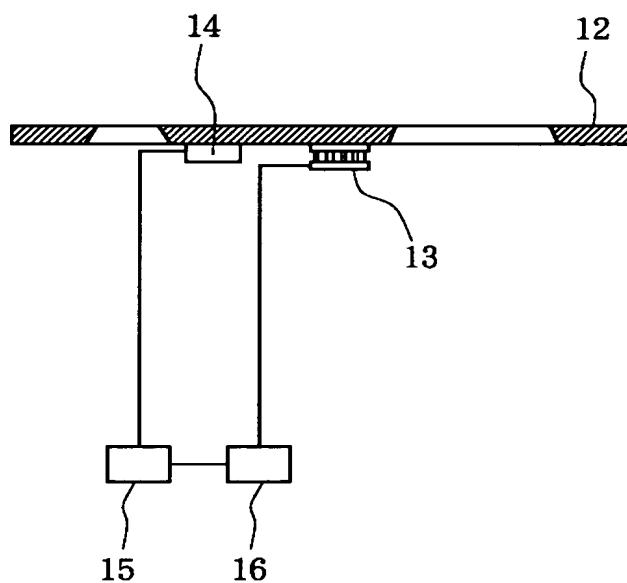


11

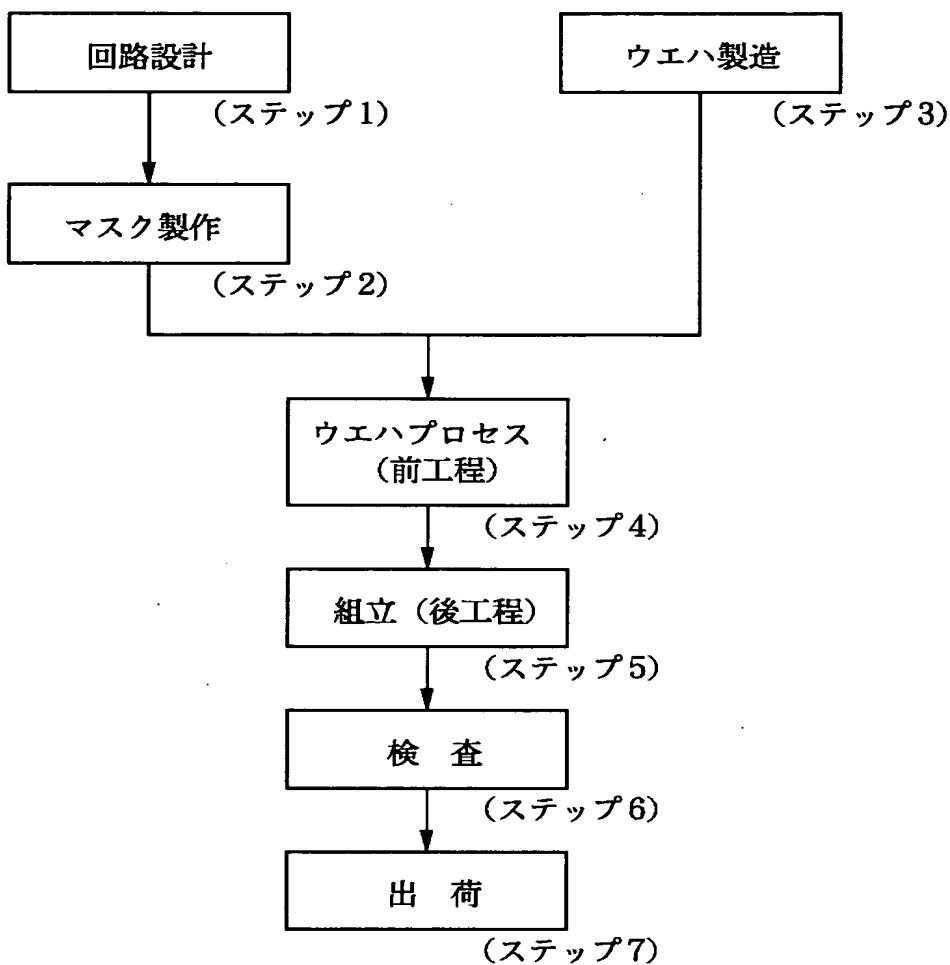


(b)

【図5】

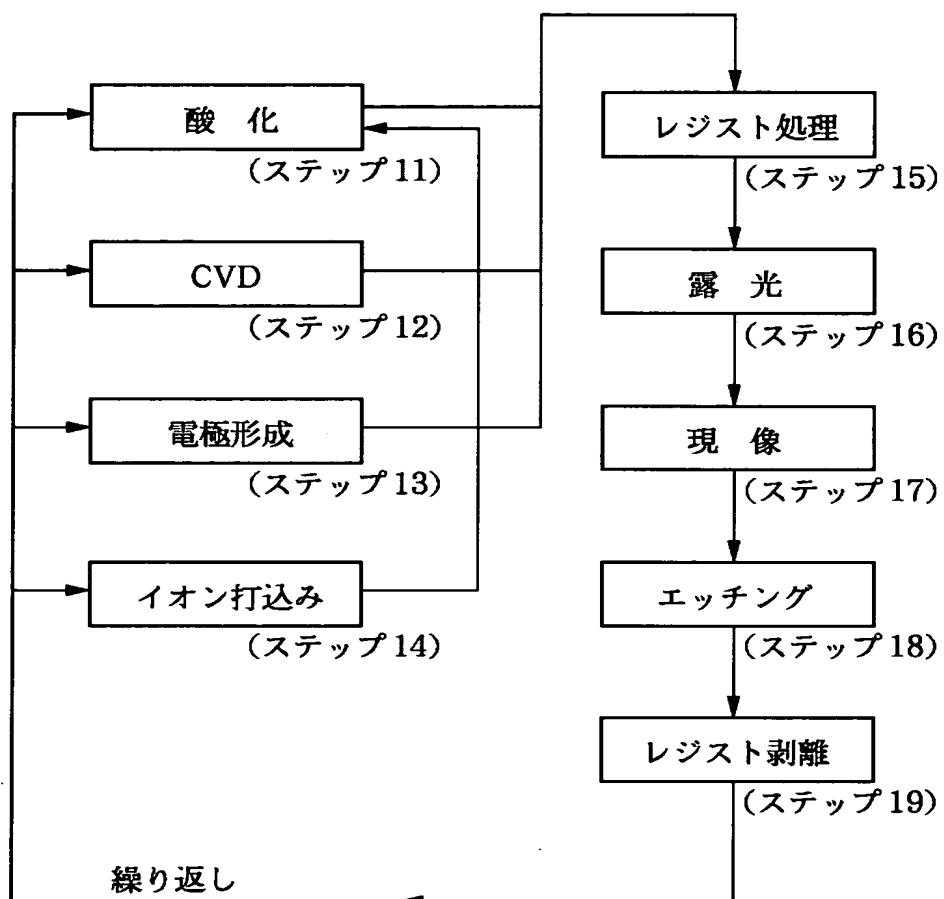


【図6】



半導体デバイス製造フロー

【図7】



ウエハプロセス

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 投影光学系の絞りの温度上昇に伴う不安定性を除去することにより、投影光学系の熱収差を安定に保ち、安定性に優れた露光装置を提供する。

【解決手段】 第1物体の像を投影光学系を介して第2物体に露光転写する露光装置において、該投影光学系の瞳位置に該投影光学系の開口数（N A）を決定する絞りが設けられているとともに、該絞りの温度を一定に保つ機能が備えられていることを特徴とする露光装置。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社